

운동이 뇌 혈류 변화에 미치는 영향[#]

송 명 수 · 최 수 희

(원광보건대학 물리치료과)

Effect of Exercises on the Cerebral Blood Flow

Song Myung-Soo, P.T., Ph.D.·Choi Su Hee, P.T

(Dept. of Physical Therapy, Won Kwang Health Science College)

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the effect given to the variable details which disturb the flow of blood in brain artery disease through Aerobic exercises.

It chose the subjects of study : 5 persons in an exercise group and 5 persons in anon-exercise group. Peak brain blood velocity, mean velocity, and resistance & artery stricture ratio were measured with TCD, measure machine for brain artery blood flow.

The conclusion of the study was as follows:

1. At pre-test of an exercises group and a non-exercise group, PBV, MBV, BRI, ASI of a non-exercise group were showed much lower in the variation of left common carotid artery(LCCA).

2. At post-test of an aerobic exercises group and a non-exercise group, PBV, MBV, BRI,

[#] 본 논문은 2003년도 원광보건대학 학술연구비의 지원으로 이루어진 것임.

ASI of a non-exercise group were showed just a little decrease ratio but were not significant different in the variation of left common carotid artery(LCCA).

Viewing on the base of these result, continuing exercises promote the functional improvement of the heart blood system and were showed the positive variation of artery stricture ratio according to brain blood flow velocity, the pulse and resistance or blood velocity. Therefore programs for prescriptions through aerobic exercises must be developed in many ways.

Key Words : Transcranial Doppler(TCD), Brain artery blood flow. Left common carotid artery(LCCA)

1. 서 론

건강에 대한 많은 사람들의 관심이 고조됨에 따라 유산소성 운동에 따른 골격근의 대사적 적응으로 인한 근육의 형태적, 기능적 변화와 심장을 매개로 하여 혈류량을 수용하는 심혈관계에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 유산소성 운동은 지속적인 근수축을 통해 중추 및 말초의 순환능력과 근육의 대사기능에 변화를 초래하게 되는데 그중 골격근의 대사적 적응에 따른 근력, 근지구력의 변화는 심장을 중심으로 형성되는 호흡 및 순환기능과 더불어 인체의 생리적인 반응을 측정 및 평가하는 데 주된 관점이 되고 있다.

Keul 등(1982)과 Lehtonen 등(1979)은 중년기에 많이 발생하는 동맥경화증, 고혈압, 심장병 등과 같은 심장질환이 규칙적으로

운동을 하는 사람에게서 발생률이 감소하였다고 보고하고 있으며, Kannel 등(1979)은 장기간 동안 운동을 한 사람들과 운동을 하지 않은 사람들을 대상으로 한 연구에서도 규칙적으로 운동을 했던 사람들의 평균수명이 운동을 하지 않은 사람들보다 길었다고 보고하였다.

뇌혈관성 질환은 암 질환 다음으로 많은 사망의 원인으로 뇌혈관이나 두개강의 동맥이 동맥경화 등으로 인하여 점진적으로 좁아지거나 막히는 뇌혈전증과 심장이나 두개강 내외의 혈관에서 색전이 유래되어 발생하는 뇌색전증 및 뇌 심부의 관통동맥이 폐쇄되어 나타나는 허혈성 뇌혈관질환은 뇌혈관질환의 약 2/3를 차지한다(김승진, 1987). 뇌는 체중의 2%정도의 무게이지만 심박동량의 약 15%정도, 즉 분당 750 cc의 피가 측 내경동맥 및 추골동맥을 통해 산소와 포도당을 공급하는데 이곳에 이상이 발생되었을 때 뇌 혈관질환이 발생된다. 장기간의

유산소성 운동은 인체의 혈액 및 심장 등에 생리적, 생화학적 변화를 초래하여 에너지 생산능력과 신체활동능력을 향상시킬 뿐만 아니라 관상동맥 질환(CHD)을 예방하는 중요한 요인이 되는 것으로 알려져 왔다.

뇌졸중 등 각종 뇌혈관계 질환을 예방할 수 있는 초음파 뇌혈류 진단기인 Transcranial Doppler(TCD)는 Aaslid 등 (1982)에 의해 처음으로 연구된 것으로 이는 전체 뇌혈관 영역을 혈류속도 단위로 추출하여 수천분의 1초 단위로 시간에 따른 변화를 측정함으로써 뇌혈관의 변화를 빠르게 감지할 수 있고, 지속적인 감시가 가능하며 비 방사성이면서 비 침투성이어서 주요한 대뇌동맥의 혈류속도를 검진할 수 있는 초음파 기술인데, 최근에는 혈류의 양보다도 혈류속도 및 저항이 중시되고 그것을 동맥 혈관을 통해 흐르는 혈액의 압력과 속도로써 심장의 형태와 기능적 개선을 간접적으로나마 관찰할 수 있는 중요한 매개변인(parameter)중의 하나라고 볼 수 있다. 이를 이용한 연구로는 경동맥의 혈류속도와 동맥

경화증 정도를 측정하여 전신적 동맥경화증이나 관상동맥 질환과의 관계, 뇌경색과의 관계를 연구한 보고가 많다(박남규, 1996; 안정천, 1996; 오승준, 1993).

이러한 관점에서 본 연구는 건강한 사람들 중 평소 운동을 규칙적으로 하는 사람과 일반인들을 대상으로 혈관 내의 혈액의 흐름을 방해하는 여러 요인들 중 평균 혈류속도(mean blood velocity), 맥박지수(pulsatility Index), 및 혈류저항(blood resistance) 등의 측정 및 분석을 통해 뇌혈관계 질환이 발생 시 운동이 뇌혈류에 미치는 효과를 알아봄으로써 뇌졸중의 치료를 위한 기초자료를 제공하는데 그 의의를 둔다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구의 대상은 익산시내 헬스클럽 강사 5명과 일반여성 5명을 대상으로 TCD를 측정

Table 1. Physical characteristics of subjects

Item Group	Age (yrs)	Hight (cm)	Weight (Kg)	V.C (ℓ)	restHR (beats/min)	VO ₂ max (ml/kg/min)
E · G(n=5)	Mea	26.1	167.0	61.1	4.35	66.5
	±SD	3.13	2.54	2.57	0.52	2.78
N · E · G(n=5)	Mea	27.9	161.8	64.1	3.52	77.4
	±SD	1.45	3.45	2.47	1.15	4.15

E · G : Exercise Group

N · E · G : Non Exercise Group

하였다. 2003년 5월 모든 대상자들에게 예비 측정을 하였는데 이들은 체격과 폐활량, 심전도, 안정 시 심박수 그리고 혈압 등을 측정한 결과 각종 병력이 없고 건강상태가 양호한 상태였다(Table 1). 선정된 대상자들은 5월 26일과 27일 각각 TCD측정을 하였다.

2. 실험방법

실험방법은 운동군 그리고 비운동군은 심혈관계를 중심으로 뇌혈관계의 혈류변인들의 변화를 비교·분석하기 위하여 안정을 취하게 한 후 측정에 임하였다.

뇌혈류 측정은 피험자의 좌측총경동맥(left common carotid artery; LCCA)을 TCD에 연결되어 있는 4 Mhz probe(초음파를 투여하는 지시막대)를 사용하여 안정 시에 혈류속도 및 저항이 가장 활발한 총경동맥의 위치를 찾아내어 두개 창(cranial window)에 초음파를 투영하여 혈류의 최대 혈류속도(peak blood velocity), 혈류의 평균 속도(mean velocity), 혈관의 저항지수(resistance index), 혈관의 협착지수(stricture index) 등을 TCD 모니터와 스피커에서 나오는 음향을 판정하여 검사한 후 측정함과 동시에 컴퓨터에 입력함으로써 검사를 종료

하였다. 측정에 사용된 기구는 미국의 Multigon Industries Inc.의 Transcranial Doppler System (Multigon Brands Model 500V)을 이용하였다.

3. 통계처리 방법

각 집단별 측정시기에 따른 측정 변인의 변화는 SPSS(Win. Ver. 10.0) 통계프로그램을 이용하여 평균 및 표준편차를 구하고, 각 집단간 측정시기에 따른 측정 변인의 변화에 대한 분석은 t-test로 통계처리 하였다. 모든 통계처리에 대한 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 최대 혈류속도(peak blood velocity; PBV)

각 변수간의 최대 혈류속도의 변화는 Table 2에서 나타난 바와 같이 LCCA의 최대혈류 속도는 운동군이 45.5이며, 비운동군 46.2에 비해 낮은 수치를 나타냈다.

Table 2. The result of peak blood velocity

	peak blood velocity (cm/sec)	F-Value
E · G	Mean±SD 45.5±3.6	
N · E	Mean±SD 46.2±4.1	

E · G : Exercise Group

N · E : Non Exercise

2. 평균 혈류속도

(Mean Blood Velocity; MBV)

운동군과 비운동군의 안정 시 평균 혈류속도의 변화는 Table 3에서 나타난 바와 같이 LCCA의 평균 혈류속도는 운동군이 34.5 cm/sec이었고 비운동군이 39.9 cm/sec로 운동군에 비해 평균혈류 속도의 변화를 볼 수 있었으며 통계적인 유의성이 있었다($p < .05$).

0.87%로 저항지수가 높게 나타났다. 통계적으로 볼 때 운동군과 비 운동군에서 유의성이 나타났다($p < 0.05$).

4. 협착지수(Artery Stricture Index; ASI)

동맥의 내경 지름에 영향을 미치는 협착지수에서는 운동군의 경우 15.1%로 상대적으로 낮은 수치를 보였고 비운동군(17.5%)의

Table 3. The result of mean blood velocity

		mean blood velocity (cm/sec)	F-Value
E · G	Mean±SD	34.5±1.8	
N · E	Mean±SD	39.9±3.4	*

* : $p < 0.05$

E · G : Exercise Group

N · E : Non Exercise

Table 4. The result of blood resistance index

		blood resistance index(%)	F-Value
E · G	Mean±SD	0.62±0.4	
N · E	Mean±SD	0.87±0.1	*

* : $p < 0.05$

E · G : Exercise Group

N · E : Non Exercise

3. 혈류 저항지수

(Blood Resistance Index; BRI)

양쪽 군에서의 혈류 저항지수 변화는 Table 4에서 나타난 바와 같이 평소 운동을 하던 군에서는 0.62%이었고 일반인들에서는

경우에도 운동군과 큰 차이를 보이지 않아 통계적 유의성은 없었다(Table 5).

Table 5. The result of artery stricture index

		artery stricture index(%)	F-Value
A · E	Mean±SD	15.1±2.7	
N · E	Mean±SD	17.5±3.4	

E · G : Exercise Group

N · E : Non Exercise

IV. 고 찰

운동을 꾸준히 시행하던 여성과 일반인을 대상으로 동맥혈류 속도의 측정으로 이루어진 본 연구는 LCCA의 최대 혈류속도(peak blood velocity)와 혈류의 평균속도(mean velocity), 혈관의 저항지수(resistance index) 그리고 혈관의 협착지수(stricture index)의 변화에서 운동을 한 군은 일반인들에 비해 모든 항목의 수치가 낮아 뇌졸중의 예방이나 평소의 운동수준에 따라 발병 가능성을 낮게 만들어 주는 효과가 있다는 것을 암시하고 있다.

경두개 도플러(TCD)는 Doppler effect를 이용하여 두개강내 혈류의 속도와 방향 등을 측정하여 두개강내 혈류역학적인 변화를 측정하는 장비로 뇌동맥 혈류속도를 측정함으로써 뇌혈관의 협착 폐쇄 또는 다른 혈류상의 장애요인을 발견할 수 있으며, 뇌 내부의 압박적 기형적인 면을 진단할 수 있고 혈류속 혈전(embolus)의 크기와 양을 측정할 수 있다. 초음파 도플러(doppler) 기법은 지주막하 출혈 환자의 혈관경련 검진과 대뇌의 혈액순환 역류 등 뇌혈관 질환에 대한

monitoring을 할 수 있는 조기진단 방법이다. TCD의 임상적 이용은 뇌혈관 질환과 관련하여 두개강내 혈관의 협착과 폐쇄의 진단(이광수, 1995), 지주막하 출혈이후 혈관연축의 진단(Erich, 1989), 동정맥 기형의 평가(Huntchison, 1989), 혈관내 미세색전물질 탐색(Donald 등, 1994), 뇌혈관 반응도검사(Howard, 1993) 등의 분야에서 다양하게 진행되고 있다.

유산소성 운동은 여성들의 체중조절, 체지방의 에너지원화, 근지구력 및 전신지구력 등 저하된 신체의 생리적 특징들을 향상시키며, 또한 장기간의 유산소성 운동은 심장을 중심으로 한 호흡 순환계의 기능적 개선 외에도 뇌동맥 혈류속도에도 그 기여도가 높을 것으로 사료되며, 특히 활동부족으로 인한 비만이나 동맥경화증, 고혈압, 심장병 등의 원인이 되는 뇌졸중 환자들에게 건강한 일상생활을 추구할 수 있는 예방적·치료적 방법으로 중요하다고 생각된다.

정상인의 두개강내 혈류속도에 관한 연구에서 안광병 등(1991)은 한국인의 정상성인의 평균 혈류속도는 외국의 수치와 비슷하며 남녀간, 좌우간 혈류속도에서 유의한 차이를 보이지 않았으나 연령이 증가함에 따

라 평균 혈류속도가 감소하였다고 하였으며, 김경환 등(1995)은 40대 이후 정상인에 대한 연구에서 연령에 따라 혈류속도가 감소하며, 여성의 경우 남성에 비해 유의하게 빠른 것으로 보고하였다.

본 연구에서 뇌졸중 환자와 일반인과의 협착지수는 높게 나타났는데 이는 Bernhard (1992)의 경동맥 협착환자의 대다수에서 발병초에 손상된 뇌혈관 발병도를 보인 것과 유사한 결과를 보였다. 또한 뇌경색 환자의 중대뇌동맥 뇌혈류속도가 정상인과 다르며 경동맥의 협착이 뇌혈류와 관계가 있으며 (Sawai, 1998), Cold 등(1981)은 대개 병변이 발생한 지역의 국소 뇌혈류가 감소된다고 하였고, 경동맥의 평균 혈류속도와 뇌혈관의 자가조절기능은 반비례한다고 하였다 (Steiger와 Asalid, 1994).

MBV의 경우는 운동에 적응된 심장의 형태적·기능적인 변화에 그 초점을 맞출 수 있는데, 장기적인 유산소성 운동에 의한 심장 용적의 증대, 심장벽 두께의 증가, 심근 수축력 증대(Pombo 등, 1971)에 따른 1회 박출량의 증가는 각 조직세포내 O₂ 및 기타 대사 물질을 증대된 박출량으로서 충분히 운반하고 처리함으로써 이로 인한 안정 시 심장의 수축 횟수가 적어지고 상대적으로 혈류의 유입과 동시에 박출되는 동맥 혈류 속도 즉 MBV는 감소되는 것으로 간주할 수 있다(Oscari, 1968).

심장의 수축 빈도와 이에 따른 1회 박출량과 관련된 BRI 및 ASI의 변화는 심장의 기능적 개선이란 측면에서 평소운동군에서 일반군보다 낮은 수치를 보였으며, 뇌졸중 환자의 군보다 월등한 수치의 감소를 보여 통

계적으로 유의한 차이를 보였다. 유산소성 운동을 통한 심장의 BRI 및 ASI의 변화는 심장의 직·간접적인 요인 외에도 운동 시 혈류의 저항과 혈관의 수축 및 이완에 영향을 주는 인자로서 혈관의 길이, 안 지름, 혈액의 점성 등이 혈류의 저항 등에 직접적으로 관여한다고 볼 수 있는데, 운동 시 혈관 작용 인자에 대한 Astrand(1977)의 보고에 따르면 장시간의 유산소성 운동 시 혈관의 수축과 이완은 혈관 벽의 평활근에 분포된 자율신경 섬유(교감신경과 부교감신경)에 의해 조절되고, 또한 혈관내 내인성 인자에 의한 영향을 받는다는 것이다. Aaslid 등(1982)에 따르면 과거 뇌졸중 경험이 있는 환자를 대상으로 경미한 유산소성 운동을 지속적으로 수행하였을 때, 환자들의 MEV와 함께 BRI, ASI의 감소비율이 10~12%정도 유의하게 완화된 것으로 보고하고 있다.

이처럼 지속적인 운동은 반복적이며 화학적 작용에 의한 혈류량의 증대를 통한 각 조직 세포의 산화 능력을 향상시키고, 혈류의 정맥 귀환 이후 각 조직에서 충족시킬 수 있는 심장의 1회 박출량의 증대를 가져와 상대적으로 혈관 벽의 침착물 제거 및 혈관의 탄성유지가 지속적으로 이루어져 BRI 및 ASI의 변화 또한 운동 기간의 연장에 따라 격감된 것으로 볼 수 있다. 또한 유산소성 운동은 체중조절, 튼튼한 골격유지-상해예방, 심장질환 예방, 육체적 피로와 정신적 스트레스 해소에 큰 효과가 있다. 따라서 유산소성 운동은 예방적 차원에서의 활용도 중요하지만 유산소성 운동에 대한 처방을 다양하게 설정하여 질환의 발생 시 물리치료의 목적으로 심도 있는 임상 운동처방의 기초적 자료

제공이 요구된다. 이와 같이 뇌경색 발병 초기 검사결과 뇌혈관 반응도 및 혈류속도의 이상을 보인 환자의 경우 추적검사를 통하여 환자의 치료경과 및 예후에 관한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 또한 뇌졸중의 위험인자를 가진 환자의 경우 발병 전에 뇌혈관 반응도를 평가함으로써 뇌졸중 발병에 관한 정보를 평가할 수 있으며, 발병 후 물리치료의 운동치료 방향을 설정하는 데에도 중요한 참고자료가 될 것이다.

V. 결 론

본 연구는 운동이 동맥혈관 내의 혈액의 흐름을 방해하는 여러 요인들에 미치는 효과를 규명하기 위하여 일반인과 평소 규칙적인 운동을 계속해서 실시한 대상자들을 각각 5명씩 선정하여, 뇌동맥 혈류 측정 기기인 TCD를 이용해 좌측 총경동맥의 위치에서 뇌혈류의 최대속도, 평균 혈류속도, 저항 및 협착비율을 측정·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 운동군과 비운동군에서 좌측 총경동맥(LCCA) 혈류의 변화는 PBV가 각각 45.5 ± 3.6 과 46.2 ± 4.1 로 나타났고, MBV는 각각 34.5 ± 1.8 과 39.9 ± 3.4 cm/sec로 일반인에서 현저한 차이를 보여 통계적인 유의성($p < 0.05$)이 있었다.

2. 운동군에서 BRI는 0.62%로 일반인들(0.87%)보다 낮은 수치를 보여 통계적인 유

의성($p < 0.05$)이 있었으며, ASI의 경우 운동군은 15.1%이고 일반인은 17.5%로 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다.

이상의 결과에서 보듯 일반인들은 운동을 하는 사람들 보다 심장 혈관계의 기능적인 감소와 뇌혈류의 속도의 증가와, 맥박과 저항 및 혈류속도에 따른 동맥협착 비율이 현저히 높은 것으로 나타났다. 그러므로 지속적으로 운동을 실시하게 되면 조사된 내용에서처럼 상당히 긍정적인 변화를 보일 수 있어 향후 물리치료적 측면에서 운동치료의 처방에 이런 점들을 반영하게 된다면 뇌졸중의 발생을 현저히 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김경환, 손영호, 이상무 등 : 정상성인 200명을 대상으로 한 Transcranial Doppler Ultrasonography(TCD)의 기준치와 그에 영향을 주는 요소들. 대한신경학회지. 13(4);815-824, 1995.
- 김상희 : 정상신생아의 뇌혈류속도 변동에 관하여. 고려대학교 석사학위논문. 1988.
- 김승진 : 허혈성 뇌혈관 질환환자의 국소뇌혈류와 그 임상적용에 관한 연구. 경희대학교 대학원 박사학위논문. 1987.
- 박남규, 최기원, 김혜영 등 : 관상동맥 질환의 유무와 심한 정도를 예측하는데 있어 경동맥 B-mode 초음파 검사의 역할. 순환기학회지. 26(5);1012, 1996.

- 안광병, 지창수, 정진상 : Transcranial Doppler Ultrasound를 이용한 정상인의 뇌혈류속도측정. 대한신경학회지. 9(3); 277-285, 1991.
- 안정천, 심완주, 박상원 등 : 경동맥의 내막-중막 두께와 관상동맥 질환 및 동맥경화증 위험인자와의 상관관계. 한국심초음파학회지. 4(2);130, 1996.
- 오승준, 강홍선, 조정휘 등 : 뇌경색 환자에서 경동맥 협착의 발생빈도 및 도플러 혈류 영상에 관한 연구. 심초음파학회지. 1(1);119, 1993.
- 이광수 : 비침습적 경두개 도플러(TCD)를 이용한 뇌혈류 측정. 제17차 대한노인병학회 학술대회 심포지움. 1995.
- Aaslid R, Markwalder TM, Nomes H. : Noninvasive transcranial Doppler Ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. J Neurosurg. 57;769-774, 1982.
- Astrand PO : Textbook of work physiology. Newyork, McGraw-Hill Book Co., 188, 1977.
- Bernhard Widder : Course of cerebrovascular reactivity in patients with carotid artery occlusions. Stroke. 25;1963-1967, 1994.
- Cold GE, Christensen MS, and Schmidt K. : Effect of two levels of induced hypocapnia on cerebral autoregulation in the acute phase of head injury coma. Anesthesiol Scand. 25;397, 1981.
- Howard Y, Holly A, Smith BS et al.: Increased stroke risk predicted by compromised cerebral blood flow reactivity. J neurosurg. 79;483-489, 1993.
- Huntchison K, and Weir B. : Transcranial Doppler studies in aneurysm patient. Can J Neurol Sci. 16;411-416, 1989.
- Kannel WB, Castelli WP and Gordon T. : Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease ; New perspectives based on the Framingham study. Ann Intern Med., 90;85, 1979.
- Keul J, Dickhnth HH, Lehmaun M et al. : The athletic heart hemodynamics and structure. Int. J sports Med. 3;33, 1982.
- Lehtonen M, Smith M, Iverson J. et al. : Effect of coarse wheat bran fiber and exercise on plasma lipids and hypoproteins in moderately overweight man. Am J. Clin Nutr. 37;71-81, 1979.
- Oscari LB, Williams BT, and Hertig BA : Effect of exercise on blood volume. J. Apple physiol. 24;622-624, 1968.
- Pombo JP, Troy BL, and Russell RO : Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. Circutation. 43;480, 1971.
- Sacco RL : Risk factors and outcomes for ischemic stroke. Neurology. 45;10, 1995.
- Sawai N, Yamano S, Minami S et al. : Hemodynamics of asymptomatic brain infarction determined by Doppler sonography. Nippon Ronen Igakkai Zasshi. 35(2);129, 1998.
- Steiger HT, Asalid R. : TCD monitoring in head injury, Neurosurgery. 34;79, 1994.